

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2003/2004

Februari / Mac 2004

JNK 303/4 – Termodinamik Gunaan & Pemindahan Haba

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** mukasurat dan **TUJUH (7)** soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

Sila jawab **LIMA (5)** soalan sahaja. Calon mestilah menjawab mana-mana **TIGA (3)** soalan dari bahagian A dan mana-mana **DUA (2)** soalan daripada bahagian B.

Calon boleh menjawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

Serahkan **KESELURUHAN** soalan dan jawapan kertas peperiksaan ini kepada Ketua Pengawas di akhir sidang peperiksaan. Pelajar yang gagal berbuat demikian akan diambil tindakan disiplin.

KETUA PENGAWAS : Sila pungut :

- (a) **KESELURUHAN** kertas soalan ini (tanpa diceraikan mana-mana muka surat) dan mana-mana kertas soalan peperiksaan ini yang berlebihan untuk dikembalikan kepada Bahagian Peperiksaan, Jabatan Pendaftaran, USM.

Peringatan :

1. Sila pastikan bahawa anda telah menulis angka giliran dengan betul.

Bahagian A.

- S1. [a]** Tuliskan persamaan kekonduksian haba fana umum dalam bentuk pembezaan dalam koordinat Kartesian bagi sistem pegun, kenalpasti setiap sebutan di dalam persamaan tersebut.

Write down the general transient heat conduction equation in differential form in Cartesian Coordinates for a Stationery System, Identify each of the terms in the equation.

(50 markah)

- [b]** Pertimbangkan sebuah tingkap dua panel berketinggian 0.8 m dan lebar 1.5 m mengandungi dua lapisan gelas berketebalan 4 mm ($k = 0.78 \text{ W/mK}$) dan dipisahkan oleh ruang udara genang dengan lebar 10 mm ($k=0.026 \text{ W/mK}$). Tentukan kadar pemindahan haba keadaan mantap melalui tingkap dua panel tersebut dan suhu permukaan dalaman bagi sehari dengan suhu bilik dikekalkan pada 20°C dan suhu luaran ialah -10°C . Ambil nilai pekali pemindahan haba perolakan bagi permukaan dalaman $10 \text{ W/m}^2\text{K}$ dan permukaan luaran ialah $40 \text{ W/m}^2\text{K}$ dan termasuk kesan sinaran. Lakarkan profil suhu.

Consider a 0.8 m high and 1.5 m wide double panel window consisting of two 4 mm thick layer of glass ($k = 0.78 \text{ W/mK}$) separated by a 10 mm wide stagnant air space ($k = 0.026 \text{ W/mK}$). Determine the steady state rate of heat transfer through this double-panel window and the temperature of the inner surface for a day during which the room is maintained at 20°C while the temperature of the outside air is -10°C . Take convective heat transfer coefficient on the inner surface as $10 \text{ W/m}^2\text{K}$ and on the outside surface as $40 \text{ W/m}^2\text{K}$, which include the effects of radiation. Sketch the temperature profile.

(50 markah)

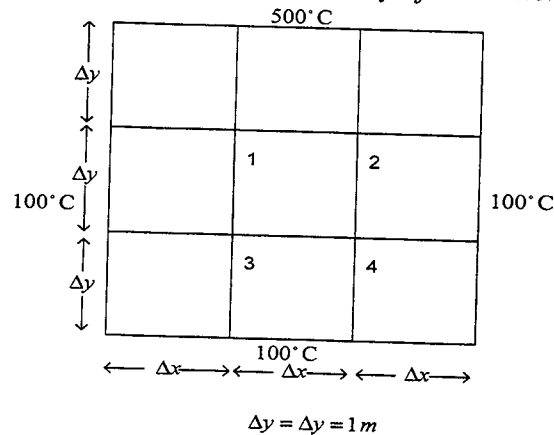
- S2. [a]** Sebuah sirip aluminium ($k = 200 \text{ W/mK}$) berketebalan 3.00 mm dan panjang 7.5 cm dipanjangkan dari dinding. Tapak ditetapkan pada 300°C dan suhu persekitaran ialah 50°C dengan $h = 10 \text{ W/m}^2\text{K}$. Kirakan kehilangan haba dari sirip per satu unit kedalaman bahan.

An aluminium fin ($k = 200 \text{ W/mK}$) 3.00 mm thick and 7.5 cm long extends from a wall. The base is maintained at 300°C and the ambient temperature is 50°C with $h = 10 \text{ W/m}^2\text{K}$. Calculate the heat loss from the fin per unit depth of material.

(40 markah)

- [b] Pertimbangkan pemindahan haba kekonduksian bagi plat segiempat sama yang ditunjukkan di dalam Rajah S2[b]. Kirakan suhu pada nod-nod 1, 2, 3 dan 4 bagi keadaan-keadaan yang diberikan. Kirakan aliran haba dari permukaan atas di bawah keadaan aliran mantap jika kekonduksian terma bagi bahan ialah 10 W/mK .

Consider the conduction heat transfer in the square plate shown in Figure Q2[b]. Calculate the temperature at the nodes 1, 2, 3 and 4 for the given conditions. Calculate heat flow from the top surface under steady state conditions if the thermal conductivity of the material is 10 W/mK .



Rajah S2[b]

Figure Q2[b]

(40 markah)

- [c] Takrifkan nombor Biot dan terangkan kepentingannya.

Define 'Biot Number' and explain its significance.

(20 markah)

- S3. [a] Tuliskan persamaan-persamaan lapisan sempadan bagi kes bendalir yang mengalir di atas permukaan satah panas. Tuliskan juga keadaan-keadaan sempadan.

Write down the boundary layer equations for the case of a fluid flowing over a hot plane surface. Write down the boundary conditions.

(40 markah)

- [b] Udara pada 27°C dan 1 atm mengalir disepanjang plat pada halaju 2 m/s . Suhu plat ialah 60°C . Kirakan haba yang dipindahkan dari plat jika panjang plat ialah 40 cm bagi lebar 1 m plat. Kelikatan udara pada 43.5°C ialah $1.85 \times 10^{-5} \text{ kg/ms}$ dan kekonduksian terma bagi udara ialah 0.0275 W/mK dan keberesapan terma udara ialah $17.36 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$. Nombor Prandtl = 0.7 .

Air at 27°C and 1 atm flows along a plate at a velocity of 2 m/s . Plate temperature is 60°C . Calculate the heat transferred from the plate if the length of the plate is 40 cm for a 1 m width of plate. The viscosity of the air at 43.5°C is $1.85 \times 10^{-5}\text{ kg/ms}$ and the thermal conductivity of the air is 0.0275 W/mK and thermal diffusivity of the air is $= 17.36 \times 10^{-10}\text{ m}^2/\text{s}$ Prandtl number $= 0.7$.

(60 markah)

- S4. [a] Sebuah paip stim mengufuk, bertekanan tinggi dengan diameter luaran 0.1 m melintasi melalui sebuah bilik besar berada pada suhu dinding dan udara 23°C . Suhu permukaan luaran paip ialah 165°C dan kebolehpancaran udara $\epsilon = 0.85$. Anggarkan kehilangan haba keseluruhan dari paip per unit panjang. Apakah sumbangan peratusan pemindahan haba sinaran kepada pemindahan haba keseluruhan?

Sifat – sifat udara pada $T_f = 367^\circ\text{K}$ ialah :

$$k = 0.0313\text{ W/mK}, \quad \nu = 22.8 \times 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s} \quad \alpha = 32.8 \times 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$$

$$\text{Pr} = 0.697 \quad \beta = 2.725 \times 10^{-3}\text{ K}^{-1}$$

$$\text{Note } \bar{Nu}_D = \left\{ 0.60 + \frac{0.387 Ra_D^{1/6}}{\left[1 + \left(\frac{0.559}{\text{Pr}} \right)^{9/16} \right]^{8/27}} \right\}^2$$

A horizontal, high pressure steam pipe of 0.1 m outside diameter passes through a large room whose wall and air temperatures are 23°C . The pipe has an outside surface temperature of 165°C and air emissivity of $\epsilon = 0.85$. Estimate the total heat loss from the pipe per unit length. What is the percentage contribution of radiation heat transfer to the total heat transfer?

The properties of air at $T_f = 367^\circ\text{K}$ are :

$$k = 0.0313\text{ W/mK}, \quad \nu = 22.8 \times 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s} \quad \alpha = 32.8 \times 10^{-6}\text{ m}^2/\text{s}$$

$$\text{Pr} = 0.697 \quad \beta = 2.725 \times 10^{-3}\text{ K}^{-1}$$

$$\text{Note } \bar{Nu}_D = \left\{ 0.60 + \frac{0.387 Ra_D^{1/6}}{\left[1 + \left(\frac{0.559}{\text{Pr}} \right)^{9/16} \right]^{8/27}} \right\}^2$$

(50 markah)

- [b] Air yang mengalir pada kadar 68 kg/min dipanaskan dari 35 ke 75°C oleh minyak dengan haba tentu 1.9 kJ/kgK. Bendalir–bendalir diandaikan mengalir di dalam penukar haba dua paip aliran berlawanan. Minyak memasuki penukar haba pada 110°C dan keluar pada 75°C. Pekali pemindahan haba keseluruhan ialah 320 W/m²K. Kirakan keluasan penukar-haba. Haba tentu air ialah 4.18 kJ/kgK. Kirakan juga nombor unit pindah (NTU) dan keberkesanan penukar haba.

Water at the rate of 68 kg / min is heated from 35 to 75°C by an oil having a specific heat of $1.9 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$. The fluids are assumed to flow in a counter flow

double pipe heat exchanger. Oil enters the heat exchanger at 110°C and leaves at 75°C. The overall heat transfer coefficient is 320 W/m²K. Calculate the heat-exchanger area. Specific heat of water is 4.18 kJ/kgK. Also calculate the number of transfer units (NTU) and the effectiveness of the heat exchanger.

(50 markah)

Bahagian B

- S5. [a] Terangkan dengan bantuan contoh–contoh yang sesuai percampuran adiabatik bagi gas–gas nyata.

Explain with the help of suitable example the adiabatic mixing of real gases.

(30 markah)

- [b] Satu campuran metana (CH₄) dan oksigen disediakan di dalam kadaran 6 kg kepada 4 kg di dalam bekas berkapasiti 0.5 m³. Jika suhu campuran ialah 25°C, kirakan bagi campuran :

- (i) jisim molar
- (ii) pemalar gas sifat, dan
- (iii) Tekanan bagi bekas jika suhu campuran dinaikkan ke 50°C.

A mixture of methane (CH₄) and oxygen is to be prepared in the proportion of 6 kg to 4 kg in a vessel of 0.5 m³ capacity. If the temperature of the mixture is 25°C, calculate for the mixture :

- (i) The molar mass.
- (ii) The characteristic gas constant, and
- (iii) The pressure in the vessel if the temperature of the mixture is raised to 50°C.

(70 markah)

- S6. [a] Terangkan fenomena penguraian di dalam proses pembakaran.

Explain the phenomena of dissociation in a combustion process.

(40 markah)

- [b] Metana, CH_4 dibakar dengan udara kering. Analisa molar bagi hasil–hasil pembakaran pada asas kering ialah seperti berikut :

CO_2	10%
CO	0.5%
O_2	3.0%
N_2	86.5%

Kirakan nisbah udara–bahanapi pada

- (i) asas molar, dan
(ii) asas jisim

Methane, CH_4 , is burnt with dry air. The molar analysis of the products on a dry basis is as follows :

CO_2	10%
CO	0.5%
O_2	3.0%
N_2	86.5%

Determine the air-fuel ratio on a

- (i) Molar basis, and
(ii) Mass basis

(60 markah)

- S7. [a] Lukiskan gambarajah p-V bagi pemampat udara salingan tindakan tunggal dua peringkat. Terbitkan ungkapan bagi tekanan perantaraan unggul bagi pemampat berkenaan apabila pedinginanan antara-antara peringkat adalah sempurna.

Draw the p-V diagram for a single acting two-stage reciprocating air compressor. Derive the expression for the ideal intermediate pressure for such a compressor when the inter-cooling between the stages is perfect.

(40 markah)

- [b] Sebuah pemampat tindakan tunggal perlu menghantar udara pada 70 bar dari tekanan masukan 1 bar, pada kadar $2.5 \text{ m}^3/\text{min}$ yang diukur pada keadaan udara bebas 1.013 bar dan 15°C . Pemampatan dilakukan di dalam dua peringkat dengan tekanan perantaraan unggul dan pendinginan-antara lengkap. Isipadu kelegaan ialah 4% dari isipadu tersapu di dalam setiap selinder dan halaju pemampat ialah 800 pusingan/minit. Indeks-indeks pemampatan dan pengembangan semula ialah 1.3 bagi kedua-dua selinder dan suhu pada akhir lejang masukan ialah 35°C . Kecekapan mekanikal bagi pemampat ialah 85%. Kirakan :

- (i) tekanan perantaraan unggul
- (ii) kuasa tertunjuk yang diperlukan
- (iii) penjimatan kuasa berbanding dengan mampatan peringkat tunggal pada tekanan-tekanan yang sama
- (iv) kuasa keluaran bagi motor pemanduan
- (v) isipadu tersapu selinder bertekanan rendah.

A single acting compressor is required to deliver air at 70 bar from an induction pressure of 1 bar, at the rate of $2.5 \text{ m}^3/\text{min}$ measured at free air conditions of 1.013 bar and 15°C . The compression is carried out in two stages with an ideal intermediate pressure and complete inter-cooling. The clearance volume is 4% of the swept volume in each cylinder and the compressor speed is 800 rev/min. The index of compression and re-expansion is 1.3 for both cylinders and the temperatures at the end of the induction stroke in each cylinder is 35°C . The mechanical efficiency of the compressor is 85%. Calculate :

- (i) *The ideal intermediate pressure.*
- (ii) *The indicated power required.*
- (iii) *The saving in power over single stage compression between the same pressures.*
- (iv) *The required power output of the drive motor.*
- (v) *The swept volume of low pressure cylinder.*

(60 markah)

